P. Universidad Católica de Chile
FIZ0211: Termodinámica y Teoría Cinética
Profesor: M. Bañados
Primer semestre de 2010

Tarea 4

Fecha de entrega: Miércoles 16 de Junio

Problema 1. En la banda elástica la tensión τ y el largo L tienen roles análogos a la presión y el volumen en un gas (excepto porque la energía de la banda aumenta en τdL al variar el largo en dL, a diferencia del gas donde la energía disminuye cuando este se expande). Así se puede escribir la primera ley como $dU = TdS + \tau dL$. La ecuación fundamental de este sistema, en la representación de entropía, es

$$S = S_0 + cL_0 \ln \frac{U}{U_0} - \frac{b(L-L_0)^2}{2(L_1 - L_0)}.$$

Encuentre las representaciones fundamentales de los potenciales F, H y G de la banda elástica. ¿Cómo se escriben las relaciones de Maxwell para este sistema?

Problema 2. Considere ahora una membrana elástica, cuyas variables análogas a la presión y el volumen son la tensión superficial σ y el área A de la membrana, respectivamente. En este caso la energía de la membrana aumenta en σdA al variar el área en dA.

(a) Escriba la ecuación de la primera ley para este sistema.

(b) Suponga como aproximación que σ es función de la temperatura solamente (lo cual es válido, por ejemplo, para las superficies de algunos líquidos). Demuestre que

$$\left(\frac{\partial U}{\partial A}\right)_T = \sigma - T\frac{d\sigma}{dT}.$$

(c) Integrando el resultado anterior con la condición inicial de que $U(A=0)=0$, encuentre U como función de A y T (asumiendo que σ es una función conocida).

(d) Encuentre la capacidad calórica a área constante C_A.

(e) Encuentre la solución más general para la función F. Imponiendo la condición adicional de que $S(A=0)=0$, muestre que el resultado se reduce a $F = \sigma A$. Escriba también una expresión para la entropía.

Problema 3. Considere un proceso de expansión libre de un gas. En este proceso el gas se encuentra inicialmente encerrado en una fracción del volumen total del contenedor, mientras que la fracción restante se encuentra evacuada. La pared que encierra el gas de pronto se rompe y el gas se expande espontáneamente hasta ocupar el volumen completo.

(a) Muestre que si la variación del volumen es pequeña, el cambio en la temperatura estará dado por

$$dT = \left(\frac{P}{Nc_v} - \frac{T\alpha}{Nc_v\kappa_T}\right) dV.$$

(b) Dos moles de un cierto gas no ideal ocupan un volumen inicial de 1 litro y se encuentran a una temperatura de 100 K y a una presión de 2 MPa. El gas luego se expande libremente hacia un volumen adicional, inicialmente evacuado, de 10 cm^3. Encuentre la variación aproximada de la entalpía, suponiendo las condiciones iniciales $c_P = 0.8$ J mol^{-1} K^{-1}, $\kappa_T = 3\times 10^{-6}$ Pa^{-1}, y $\alpha = 0.002$ K^{-1}.

Problema 4. Demuestre las condiciones de estabilidad para los potenciales termodinámicos F, H y G:

$$\left(\frac{\partial^2 F}{\partial T^2}\right)_{V,N} \leq 0, \qquad \left(\frac{\partial^2 F}{\partial V^2}\right)_{T,N} \geq 0,$$

$$\left(\frac{\partial^2 H}{\partial S^2}\right)_{P,N} \geq 0, \qquad \left(\frac{\partial^2 H}{\partial P^2}\right)_{S,N} \leq 0,$$

$$\left(\frac{\partial^2 G}{\partial T^2}\right)_{P,N} \leq 0, \qquad \left(\frac{\partial^2 G}{\partial P^2}\right)_{T,N} \leq 0.$$

Problema 5. La temperatura de ebullición de un cierto líquido es 127°C a una presión de 1.10×10^5 Pa. Su calor latente de vaporización es 1000 cal/mol. ¿Cuál será la temperatura de ebullición, aproximadamente, si la presión se incrementa a 1.15×10^5 Pa?